

⑧ 公開特許公報(A) 平4-126902

⑤ Int. Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

⑨ 公開 平成4年(1992)4月27日

F 22 D 1/32
F 22 B 37/10
F 28 F 21/08

A 7715-3L
Z 7715-3L
7153-3L

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 給水加熱器

⑦ 特 願 平2-247187

⑦ 出 願 平2(1990)9月19日

⑧ 発 明 者 馬 場 猛 男 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜
事業所内

⑨ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑩ 代 理 人 弁 理 士 猪 股 祥 晃 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

給水加熱器

2. 発明の概要

原子力発電プラントの給水系に設置され、本体内部に多数の加熱器チューブが配設されて給水加熱器が構成され、前記給水系の給水は前記加熱器チューブ内を通過する間に熱交換されて加熱される給水加熱器において、前記加熱器チューブは溶解破壊耐性を施したフェライト系ステンレス鋼から形成されていることを特徴とする給水加熱器。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

〔産業上の利用分野〕

本発明は給水加熱器に係り、特に加熱器チューブを改良した給水加熱器に関する。

〔従来の技術〕

沸騰水型原子力発電プラントの給水加熱器は、炉水から冷却水を給水として加熱し、原子炉圧力容器へ導くものである。給水の加熱は給水が給水

加熱器の加熱器チューブを通過する間に熱交換によってなされる。

このような加熱器チューブは熱交換効率を高めるために給水との接触面積が約 30(14)㎡と大きくなるように構成されている。したがって、腐食防止の観点から従来の加熱器チューブは耐食性強いオーステナイト系ステンレス鋼によって形成されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

このオーステナイト系ステンレス鋼は腐食速度が小さく腐食量が第4図中、曲線1に示すように少ないものの、N_i含有量が多い。なお、第4図はステンレス鋼の腐食量と試験時間との関係を示している。

ステンレス鋼中のN_iが多いとその不純物として存在するC_oも多くなる。一般にステンレス鋼から液体中へ溶出するC_oの溶出量はステンレス鋼の腐食速度とN_i含有率との積に比例する。したがって、加熱器チューブを構成するステンレス鋼のN_i含有率が多い場合にはC_oが給水中へ溶

出する溶出量の増大を招き起こすことになる。したがって、加熱器チューブがオーステナイト系ステンレス鋼から構成された場合には給水中のCの濃度が増大する。また、上述のように加熱器チューブの接液面積が大きいので給水中のCの量の90%以上がこの加熱器チューブから溶出することになる。

給水中に溶出したCは給水中のNi、Fe等とともに原子炉圧力容器内の炉心へ送られて中性子照射を受け、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 等の放射性核種に変化する。このうち、 ^{60}Co は放射線量が他の核種に比べて著しく大きい。したがって、給水中にCが多量に存在すると、 ^{60}Co の発生量も増大し、プラントの放射線量が大きくなって、プラントの運転員が放射線に曝露する恐れがある。

そこで、作業従事者の被曝低減の観点からNiを含有しないフェライト系ステンレス鋼を給水加熱器チューブに適用することが検討されている。

このような理由によって、Niを含有しないフェライト系ステンレス鋼を給水加熱器チューブに

— 3 —

ステンレス鋼から形成されていることを特長とする。

(作用)

加熱器チューブをフェライト系ステンレス鋼製とし、その内外両面が電解腐蝕によって平滑化されている。その結果、加熱器チューブから給水中へNi、C等の構成元素の溶出量が減少し、また、溶出量が抑制され、これらの炉心への持ち込み量が減少する。これによって、炉心における放射性核種の生成量を低減できる。

(実施例)

本発明に係る給水加熱器の実施例を図面に基いて説明する。第1図は本発明に係る給水加熱器の一実施例で、第2図は第1図における給水加熱器をヒートドレンフォワードポンプアップ方式の給水系に組み込んだ第1の例の沸騰水型原子力発電プラントを示す系統図である。

第2図において、原子炉圧力容器1内で発生した蒸気は主蒸気ライン3を巡って高圧蒸気タービン5へ導かれタービンロータを駆動する。高圧蒸気タービン5で仕事をした蒸気は湿分分離再熱器

— 5 —

適用することが図られる。しかしながら、第4図中曲線3に示すように、フェライト系ステンレス鋼の腐食量はオーステナイト系ステンレス鋼(曲線1)のそれに比べて極めて多い。したがって、鋼種の変更のみだけでは、腐食生成物の低減あるいは作業従事者の放射線被曝低減に大きな効果を期待することはできない問題がある。

本発明は上記問題を解決するためになされたもので、原子力発電プラントにおける放射線量を大幅に抑制し、かつプラントの作業従事者に対する放射線被曝低減に寄与することができる給水加熱器を提供することにある。

【発明の構成】

(問題を解決するための手段)

本発明は、原子力発電プラントの給水系に設置され、本体内部に多数の加熱器チューブが配設されて給水加熱器が構成され、前記給水系の給水は前記加熱器チューブ内を通過する間に熱交換されて加熱される給水加熱器において、前記加熱器チューブは電解研磨処理を施したフェライト系ステ

— 4 —

ンを経て低圧蒸気タービン9へ導かれ、タービンロータを駆動する。湿分分離再熱器7は原子炉圧力容器1からの蒸気を導いて、高圧蒸気タービン5にて仕事をした蒸気の湿分を除去し再熱するものである。

低圧蒸気タービン9へ導かれて仕事をした蒸気は復水器11内で冷却凝縮され復水となる。この復水は復水浄化系12へ導かれてろ過および脱塩処理され、給水系15へ送られて給水となる。給水系15には上流側から順次低圧給水加熱器17、高圧給水加熱器19が設けられる。給水はこれらの給水加熱器17、19によって段階的に加熱された後、原子炉圧力容器1へ導かれる。

高圧給水加熱器19内で給水と熱交換してこの給水を加熱する加熱媒体は湿分分離再熱器7において加熱媒体として機能し流出した蒸気が用いられる。また、低圧給水加熱器17の加熱媒体は湿分分離再熱器7で加熱されて低圧蒸気タービン9へ導かれる蒸気の一部が使用される。これらの高圧、低圧給水加熱器19、17から流出した加熱媒体は各

— 6 —

々高圧ドレン回収ライン20、低圧ドレン回収ライン21を介して高圧給水加熱器11、低圧給水加熱器12の上流側の給水ラインへそれぞれ送られ給水となる。給水となった加熱媒体は他の給水とともに高圧給水加熱器11、低圧給水加熱器12で加熱され、原子炉圧力容器1へ送られる。このように低圧および高圧給水加熱器 11, 12の加熱媒体を淨化处理することなく直接給水ラインへ導く給水系をヒートドレンファワードポンプアップ方式給水系という。

上述の低圧、高圧給水加熱器 11, 12は第1図に示すように、本体21内相に多数本の加熱器チューブ22が配設されて構成されたものである。つまり、本体21は筒形状の本体胴25と、この本体胴25の両端部に取り付けられた上流側水室端板23および下流側水室端板24から構成される。これら上流側および下流側水室端板 23, 24と本体胴25との境界にそれぞれ管板 21, 22が配設される。管板21および上流側水室端板23に開かれて入口側水室23aが、管板22および下流側水室端板24に開かれて出口側水

— 7 —

あり、末端部のそれは $0.06\text{mg}/\text{cd}/24\text{hrs}$ である。(第4図曲線2)したがって、電解研磨処理をすることにより溶出量は1/10程度に減少する。

これは電解研磨処理により表面が平滑化し、表面積が小さくなったことから判断される。

ここで、第4図中曲線2は電解研磨処理を施したフェライト系ステンレス鋼を、曲線3は未処理のフェライト系ステンレス鋼を、曲線1はオーステナイト系ステンレス鋼を腐食試験における腐食量の経時変化でそれぞれ示している。試験水中の溶存酸素濃度は約 11ppm であり、試験温度は 241°C である。

しかし、電解研磨処理を施したフェライト系ステンレス鋼を用いた加熱器チューブ22では未処理のフェライト系ステンレス鋼を用いた場合に比べ、給水への腐食生成物発生量が1/10程度に減少することから、原子炉圧力容器1内の炉心で生成される放射性核種の生成量も大幅に低減する。その結果、原子力発電プラントにおける放射線量が減少し、作業者の被曝量の低減が可能となる。

— 9 —

室21が形成される。

多数の加熱器チューブ22の端部は両管板 21, 22に固定され、入口側および出口側水室 23, 24に開口して設けられる。また、上流側水室端板23には給水入口23aが、下流側水室端板24には給水出口24aがそれぞれ形成される。さらに、本体胴25には加熱媒体を流入し、排出する加熱媒体入口25aおよび加熱媒体出口25bが形成される。したがって、給水入口23aから入口側水室23内へ導かれた給水は加熱器チューブ22内を通過する間加熱媒体入口25aから本体胴25内へ導かれた加熱媒体としての蒸気によって熱交換されて加熱され、出口側水室24を経て給水出口24aから排出する。また、本体胴25内へ導かれた加熱媒体としての蒸気は熱交換されて冷却され、加熱媒体出口25bから排出する。

加熱器チューブ22はフェライト系ステンレス鋼 SUS 434から構成される。本実施例ではこのチューブに電解研磨を施している。

電解研磨処理を施したフェライト系ステンレス鋼 SUS 434の腐食速度は $0.05\text{mg}/\text{cd}/24\text{hrs}$ で

— 8 —

また、給水および蒸気中への腐食生成物が少なくなることから、給水系をヒートドレンファワードポンプアップ方式とすることができる。したがって、低圧および高圧給水加熱器 11, 12の加熱媒体を給水淨化系13を経ることなく直接給水加熱器 11, 12へ導いて加熱することができる。その結果、加熱媒体を復水器11へ導いて冷却凝固した後、復水淨化系11へ導く従来のカスケード方式の給水系(第3図)に比べ熱経済上有利となる。

上記構成に係る給水加熱器をカスケード方式の給水系に組込んだ第2の例を説明する。この第2の例では、加熱器チューブ22が前述したように酸化被膜を付与したフェライト系ステンレス鋼から形成された給水加熱器 11, 12を第3図に示すカスケード方式の給水系に設置したものである。このカスケード方式の給水系は高圧給水加熱器11からの加熱媒体を低圧給水加熱器12へ導いて再び加熱媒体として使用し、低圧給水加熱器12の加熱媒体を復水器11へ導き、復水淨化系11で淨化するように構成したものである。この第2の例の場合には

— 10 —

熱経済上の利益を度外視すれば加熱媒体中の腐食生成物を排水浄化系13で確実に除去することができる。そのため、炉心における放射性核種の生成量を一回減少させることができ、プラントの放射線量をより一回低減させることができる。

【発明の効果】

本発明によれば、本体内部に配設された多数の加熱器チューブが電解研磨処理を施したフェライト系ステンレス鋼から形成されたことから、この加熱器チューブから給水中へ溶出する腐食生成物を減少させて、炉心における放射性核種の生成量を低減させることができる。その結果、原子力発電プラントにおける放射線量を大幅に抑制することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る給水加熱器を示す縦断面図、第2図は第1図における給水加熱器をヒータドレンフォワードポンプアップ方式の給水系に組込んだ第1の例の沸騰水型原子力発電プラントを示す系統図、第3図は同じく給水加熱器をカスケ

ード方式の給水系に組込んだ第2の例の沸騰水型原子力発電プラントを示す系統図、第4図は本発明に係る電解研磨処理を施したフェライト系ステンレス鋼と従来例の未処理のフェライト系ステンレス鋼およびオーステナイト系ステンレス鋼の腐食試験における腐食量の経時変化を示す特性図である。

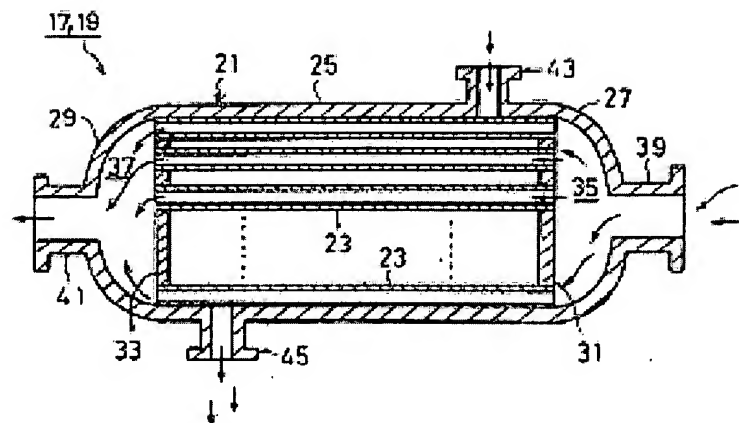
- | | |
|------------|------------|
| 1…原子炉圧力容器 | 5…高圧蒸気タービン |
| 9…低圧蒸気タービン | 13…給水系 |
| 17…低圧給水加熱器 | 19…高圧給水加熱器 |
| 21…本体 | 23…加熱器チューブ |

（以下）代理人 弁理士 猪 股 祥 晃

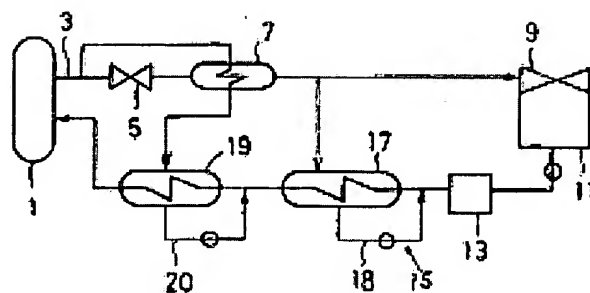
（ほか 1名）

— 11 —

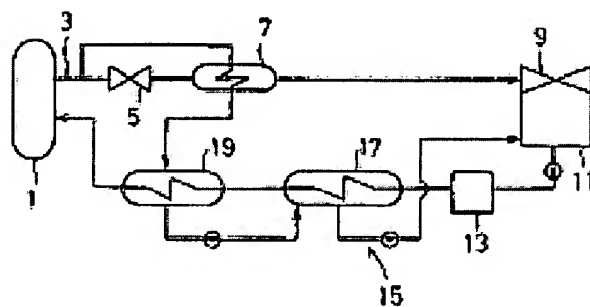
— 12 —



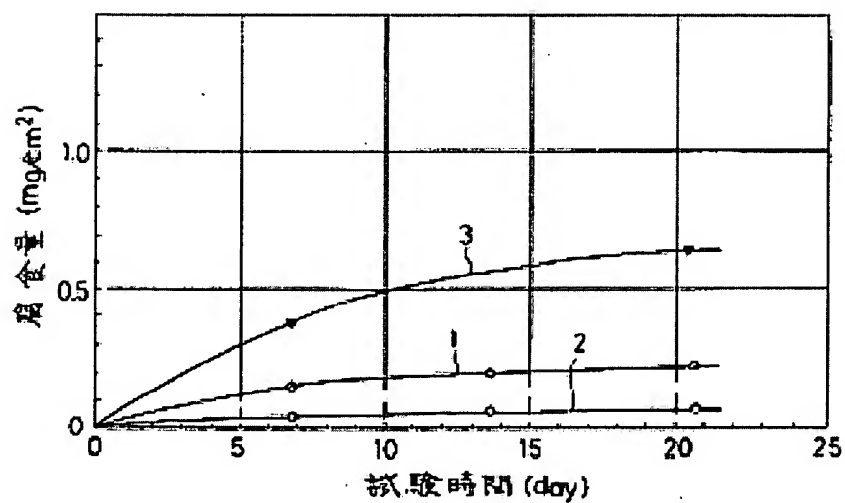
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図